Beilage zum Jahresbericht 1912/13
des Königlichen Realgymnasiums zu Goldap.

Die Bakterien und ihre Bedeutung im täglichen Leben.

Von

Oberlehrer Dr. Franz Prylewski.

Prgr.-Nr. 18.

Goldap.
Gedruckt bei Th. Paukstadt Nachf. Franz Passauer.
1913.

Mancherlei Veränderungen und Umsetzungen von Stoffen aus dem Gebiete der „organischen" Körper hat man lange Zeit hindurch als Vorgänge „chemischer" Art bezeichnet, während wir seit ca. 40 Jahren wissen, daß derartige Prozesse wie z. B. Fäulnis und Gärung auf der Tätigkeit gewisser Lebewesen beruhen, die wir mit dem Sammelnamen „Bakterien" zu bezeichnen pflegen. Die Kenntnis dieser kleinsten Lebewesen ist somit das jüngste Gebiet der Naturwissenschaften, doch hat auch die „Bakteriologie" ihre Geschichte, die z. T. bis in das Altertum zurückreicht. Dort wie im späteren Mittelalter finden sich Aufzeichnungen, nach denen besonders in sumpfigen Gegenden ganz kleine Tierchen in der Luft leben, die im menschlichen Körper schwere Krankheiten hervorrufen, namentlich war es „die Pest", deren Verbreitung auf diese Weise erklärt wurde. Ein Erforschen dieser Tierchen war jedoch bis gegen Ende des 17. Jahrhunderts nicht recht möglich, da die damaligen Linsen und Vergrößerungsgläser für derartige Zwecke bei weitem nicht ausreichten. Erst Leeuwenhoek war in der Lage mit einer schon 270 mal vergrößernden Linse in der mit Wasser verdünnten weißen Masse zwischen seinen Zähnen sehr viele kleinste „Tierchen" zu bemerken, von denen er auch Abbildungen angefertigt hat, die mit den Bildern unserer „Bakterien" größte Aehnlichkeit haben. Eine lange Zeit mußte hierauf verstreichen, bis die von Leeuwenhoek gemachten Beobachtungen bemerkenswerte Fortschritte machten. Bis in die neueste Zeit wußte man nicht, in welches System der Lebewesen man diese Tierchen rechnen sollte, die einen zählten sie zu den Pflanzen, andere in das Reich der Tiere oder auch zu den damals angenommenen Infusorien oder Aufgußtierchen. Erst Friedrich Müller und nach ihm Ferdinand Cohn zogen eine scharfe Grenze zwischen den „Bakterien" und den übrigen einfachsten Lebewesen und namentlich Cohn stellte sehr bald fest, daß die Bakterien den Pflanzen näher ständen als den Tieren. Der Botaniker Nägele wies noch besonders auf die große Aehnlichkeit der „Bakterien" mit den Spaltalgen hin, und von ihm rührt die noch heute gebräuchliche Bezeichnung „Spaltpilze" her.

Mancherlei Kämpfe mußten noch in der Systematik der „Bakterien" wie in der Urzeugungslehre überhaupt geführt werden, bis namentlich die Arbeiten des Naturforschers Louis Pasteur zu der allgemeinen Anerkennung führten: Die Bakterien sind zwar ungewöhnlich klein, aber es sind Lebewesen wie die bisher bekannten auch. Seit den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts hat die Erforschung der Bakterien einen überaus großen Aufschwung genommen und zu ungeahnten Resultaten geführt.

Die Erfahrung, daß sich „organische" Substanzen jeder Art durch kleinste Lebewesen zersetzen, hat zur Entwickelung der verschiedensten Zweige der Bakteriologie geführt. Wir sprechen heute von einer gärungstechnischen Bakteriologie, von Bakterien als Trägern ansteckender Krankheiten und nicht zum wenigsten von der Bedeutung der Bakterien in der Landwirtschaft.

Sollen wir die Bezeichnung „Bakterien" erklären, so können wir dies vielleicht am treffendsten in folgendem Wortlaut wiedergeben: Bakterien sind mikroskopische, einzellige, pflanzliche Organismen.

„Mikroskopisch" sind sie, da mit dem bloßen Auge nicht sichtbar, sondern nur mit Hilfe eines Mikroskops. Die Größe dieser Lebewesen ist so unendlich gering, daß man sich hiervon keine rechte Vorstellung machen kann, man schätzt sie auf 2—3 Mikrons, wobei wir unter 1 Mikron den tausendsten Teil eines einzigen Millimeters zu verstehen haben.

Einzellig nennt man sie, da sie wie Mensch, Tier und Pflanze in ihrem äußersten Ursprunge nur aus einer Zelle bestehen. Während die vollkommeneren Lebewesen sich schnell zu Gebilden ausbauen, die Millionen derartiger Zellen mit verschiedener Lebenstätigkeit enthalten, bleiben die Bakterien von ihrem Anbeginn bis zu ihrem Vergehen nichts weiter als eine einzige Zelle. Sie stehen somit mit den niedrigsten uns bekannten Tieren und Pflanzen auf derselben Stufe und haben daher größte Aehnlichkeit mit den bereits erwähnten Algen. Diese werden unserem Auge als feine, weitverzweigte Fäden sichtbar, da sie eine überaus große Anhäufung einzelner Zellen darstellen und überdies Chlorophyle oder Blattgrün besitzen. Diese äußerst geringe Größe der Bakterien ergibt nach wohl überlegter Schätzung, daß 1000 Millionen dieser Keime in einem Tropfen Wasser Platz finden können.

Wollte man hieraus das Gewicht festzustellen versuchen, so würden 2 Millionen Keime, den tausendsten Teil eines Gramms wiegen.

„Pflanzliche" Gebilde nennt man die Bakterien, da sie nach den wissenschaftlichen Ergebnissen namhafter Forscher in das Pflanzenreich zu zählen sind, obwohl es äußerst schwer ist auf der Grenze zwischen Tier und Pflanze zu entscheiden.

„Organismen" oder Lebewesen sind sie endlich, da sie die sicheren Merkmale hierfür aufweisen, denn sie nehmen Nahrung auf, wachsen und vermehren sich.

Wie jedes andere Lebewesen, so haben auch die Bakterien bestimmte Körperformen, die hauptsächlich kleine Kügelchen, Stäbchen oder Schräubchen bilden.

Die gewöhnlichste ist die Kugelform und wird „Kokke" genannt, bei den Stäbchen unterscheidet man kurze, gedrungene als „Bakterien" und längliche als „Bazillen". Die dritte Art hat die Form einer Schraube, die in kurzer Gestalt „Vibrionen", in längerer „Spirillen" heißen. Diese tragen häufig noch feine verzweigte Fädchen, die zur Fortbewegung der Keime dienen.

Verschiedene Arten von „Kokken" bilden ganze Reihen von Ketten, die auf die eigenartige Art der Vermehrung zurückzuführen sind.

Erforschen wir den Bau der Bakterien, so sehen wir, daß sie wie jede andere Zelle aus dem Zellinhalt, Protoplasma und einer umschließenden Haut, Membran, bestehen. Der Zellinhalt ist pflanzliches Eiweiß, während die Membran eine der Zellulose ähnliche Masse ist. In einzelnen Fällen enthält das Protoplasma noch einen festeren Bestandteil, den Zellkern, der eine dem Plasma ähnliche Zusammensetzung zeigt. Dieses besteht gleich dem Plasma aller übrigen Lebewesen in der Hauptsache aus den Elementen: Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Schwefel und Phosphor.

Die Vermehrung der Bakterien erfolgt durch Teilung oder Spaltung, daher die Bezeichnung „Spaltpilze." Jedes einzelne Lebewesen schnürt sich nach gewisser Lebensdauer in der Mitte immer enger ein, bis schließlich aus einem Gebilde durch völlige Spaltung zwei neue kleinere entstehen, die ihrerseits sich in gleicher Weise durch Teilung weiter fortpflanzen. Da diese Spaltung verhältnismäßig schnell erfolgt, so kann im günstigsten Falle innerhalb 24 Stunden

aus einer Zelle eine ungeheure Anzahl von Millionen derartiger Keime entstehen. Hierzu sind jedoch einige wichtige Lebensbedingungen notwendige Voraussetzung, wie z. B. genügende Nahrung und Temperatur. Mit Vorliebe bilden die Bakterien, wie dies besonders bei künstlicher Züchtung zu bemerken ist, charakteristische Familiengruppen, die „Kolonien" genannt werden. Häufig können gewisse Bakterienarten Farbstoff, namentlich roten ausscheiden, was z. B. gelegentlich zu der Bezeichnung der „blutigen" Milch führt, aber auch gewisse Gase, die meist üblen Geruch oder Geschmack bewirken, können von ihnen ausgeschieden werden.

Erwähnenswert ist noch, daß verschiedene Bakterienarten die Fähigkeit besitzen, Dauerformen zu bilden, die man „Sporen" nennt. Es ist ein Zustand, den diese Keime annehmen, wenn sie nach Verlust ihrer eigenen Form durch Abkapselung eine Gestalt annehmen, die viel dauerhafter und widerstandsfähiger gegenüber äußeren Einwirkungen z. B. gegen Hitze ist.

Die Bakterien werden als ungeschlechtliche Wesen angesehen, doch deuten verschiedene Anzeichen darauf hin, daß zwei geschlechtlich verschiedene Rassen sehr wohl möglich sein können.

Da die Spaltpilze Lebewesen sind, so müssen sie auch Nahrung aufnehmen, die sie jedoch nur den organischen Substanzen entnehmen, d. h. sie verzehren Stoffe, die von anderen Lebewesen stammen. Eine Hauptbedingung für den Lebensvorgang der Bakterien ist das Wasser, da sie, wie alle anderen Organismen, Feuchtigkeit brauchen, um wachsen und sich vermehren zu können. Demnächst gebrauchen sie alle den Kohlenstoff, der ein Hauptbestandteil aller „organischen" Verbindungen wie Zucker, Stärke, Fette, Zellulose u. a. ist. Aber auch Stickstoff ist zu ihrem Wachstum nötig und diesen Nährstoff finden sie in großer Menge in den verschiedenen Eiweißarten wie auch im Ammoniak der Luft. Die meisten organischen Stoffe werden vor der Aufnahme zersetzt, besonders gilt dies von den Fäulnis- und Gärungsbakterien.

Unter Fäulnis verstehen wir die Zersetzung der stickstoffhaltigen kompliziert zusammengesetzten Stoffe, unter denen das noch nicht völlig erforschte Eiweiß die erste Stelle einnimmt. Gärung dagegen ist die Zersetzung der stickstoffreien organischen Verbindungen, vor allem der „Kohlehydrate" wie z. B. des Zuckers.

Wenn Fleisch in „Fäulnis" übergeht, so wird das komplizierte Eiweiß durch Bakterien zersetzt und in einfachere Bestandteile zerlegt, wobei auch die üblichen Riechstoffe auftreten. Gelangen dagegen bestimmte Keime in kohlehydrathaltige Körper, so tritt eine Zersetzung ein, die wir „Gärung" nennen, wobei hauptsächlich eine starke Bildung von Kohlensäure eintritt. Bei der Gärung sind häufig Pilze, besonders Hefearten, beteiligt, was in erster Linie bei der Vergärung des Zuckers zu Alkohol zu bemerken ist. In beiden Fällen der Zersetzung wird ersichtlich, daß die Bakterien hierbei nur einen geringen Teil der Stoffe zu ihrer Nahrung nehmen, den größten Teil zersetzen sie. Während bei der Fäulnis die zersetzten Substanzen fast ausschließlich für den Menschen unbrauchbar gemacht werden, üben die Bakterien bei der Gärung durch Bildung gewisser Produkte häufig eine technisch wichtige Tätigkeit aus.

Hinsichtlich ihres Verhaltens zu dem so wichtigen Sauerstoff teilt man die Bakterien in 2 gesonderte Gruppen, die aëroben und die anaëroben; die ersteren brauchen zu ihrem Wachstum Sauerstoff, während er für die letzteren geradezu Gift ist. Wie die höheren Lebewesen bei der Atmung Wärme bilden, so können auch die Bakterien unter gewissen Bedingungen Wärme liefern, wie dies gelegentlich bei Selbsterhitzung von Laub, Heu, Mist u. s. w. beobachtet werden kann. Eine andere Erscheinung, die mit dem Sauerstoff in Beziehung steht, ist das

Leuchten. Es gibt mehrere Arten von „Leuchtbakterien", die namentlich auf Seefischen bemerkt werden, aber z. B. auch Fleisch und Kartoffeln können infolge dieser Keime leuchten. Sterben die Leuchtbakterien ab, oder fehlt ihnen der Sauerstoff, so hören sie sofort auf zu leuchten.

Auch die Bakterien brauchen wie alle übrigen Lebewesen zu ihrem Lebensvorgange eine gewisse Temperatur, die im Mittel für die verschiedensten Gruppen eine verschiedene sein kann. Im allgemeinen entwickeln sich die Keime recht günstig zwischen 15—35 Grad, doch am besten zwischen 37—40°, während die Entwickelung unter 15° mit abnehmender Temperatur eine immer größere Verzögerung erfährt. Bei einer Temperatur von 70° werden die meisten Keime abgetötet, doch gibt es Arten, vor allem die „Sporen", die erst bei 100° und darüber vernichtet werden können; soll diese Temperatur aber mit Sicherheit tötlich wirken, so muß sie geraume Zeit hindurch zur Anwendung kommen. Austrocknung und Licht, besonders direktes Sonnenlicht, üben gleichfalls eine nachteilige Wirkung auf die Lebenstätigkeit der Bakterien aus, dagegen sind Elektrizität und hoher Druck sehr wenig wirksam.

Von weitgehendster Bedeutung für die Erforschung der Bakterien ist die Gewinnung von sogenannten „Reinkulturen" geworden, die es gestattet die einzelnen Arten der Bakterien aus dem bunten Gemisch der Mikroorganismen für sich zu sondern und ihre Lebensvorgänge genauer zu prüfen. Die Herstellung der Reinkulturen ist auf verschiedene Arbeitsweise möglich, doch ist das „Plattenverfahren" von Robert Koch wohl als die beste und verbreitste zu bezeichnen. Hierzu bedarf es zunächst eines künstlichen Nährbodens, der aus Fleischbrühe oder Molken mit Zusatz von 1% Pepton und 0,5% Kochsalz besteht, dem noch 10% Gelatine beigegeben wird, damit er eine gewisse Festigkeit erhält.

Wichtig ist es nun, daß der Nährboden möglichst durchsichtig und völlig steril d. h. frei von allen Keimen ist. Mit Hilfe dieser Nährgelatine werden dann Platten- und Stichkulturen hergestellt, die nichts weiter enthalten als die eine isolierte Bakterienart, die zum Weiterimpfen benutzt werden kann.

In vielen Fällen gibt das „Plattenverfahren" über die Wirkungen gewisser Bakterien nicht hinreichenden Aufschluß, weswegen in neuerer Zeit zumeist noch Tierversuche angestellt werden, wobei derartige Reinkulturen kleinen Tieren, z. B. Mäusen, unter die Haut eingeimpft werden, damit die Wirkung der Bakterienart im lebenden Wesen genauer geprüft werden kann.

Wo kommen nun Bakterien in der Natur vor? Aus den vorhergehenden Betrachtungen finden wir die Antwort ganz einfach, wenn wir sagen: „Bakterien finden sich dort, wo Lebewesen vorkommen, mit einem Worte überall." Im Wasser, in der Luft, in und auf der Erde, überall im belebten Weltraum finden sie sich und unsichtbar haften die Keime an uns, unseren Kleidern, an Pflanzen und Tieren, nur die Luft des hohen Nordens und der hohen See hat sich bisher frei von Bakterien gezeigt. Sollen diese Keime sich vermehren, dann müssen natürlich gewisse Bedingungen für ihr Wachstum erfüllt sein, als deren erste Feuchtigkeit zu betrachten ist. Ferner muß den Keimen aber auch die nötige Nahrung zu Gebote stehen, die sie nach unserer früheren Betrachtung den tierischen oder pflanzlichen Körpern bezw. deren Ausscheidungsstoffen entnehmen.

Daher können wir kurz sagen, daß alle Fäulnis- und Verwesungsvorgänge die sich in der Natur zeigen, das Leben und Wirken der Bakterien widerspiegeln. Nicht alle Arten der Keime treffen wir an denselben Orten an, sondern jede besondere Art wird sich natürlich in

erster Linie dort ansiedeln, wo die meisten Lebensbedingungen gegeben sind. Streng begrenzte Standorte wird es hierbei nicht immer geben, sondern häufig wird es sich um ein Durcheinander handeln, in welchem besondere Arten vorherrschen.

Die Luft enthält sehr viele Keime, namentlich im Sommer und wenn sie mit Staub oder anderen Verunreinigungen stark versetzt ist. Man kann sich in einfacher Weise hiervon überzeugen, wenn man eine mit Nährgelatine erfüllte Schale kurze Zeit offen stehen läßt und hierauf zudeckt. Die in der Luft befindlichen Keime haben sich dann auf die Gelatine niedergesenkt, wo sie nach ca. 3 Tagen in Form von verschiedenartigen Flecken, je nach der Bakterienart, als „Kolonien" sichtbar werden. Den Keimgehalt erhöhen Trockenheit und Wind, desgleichen das Vorhandensein größerer Mengen von Menschen und Tieren, daher ist die Luft in den großen Städten mit sehr viel mehr Keimen durchsetzt als die Landluft in Feld und Wald.

Auch innerhalb des Erdbodens gibt es größere Mengen von Keimen, von denen die meisten unter der Oberfläche sitzen, während ihre Zahl mit der Tiefe immer geringer wird; in einer Tiefe von 5—10 m unter der Oberfläche ist die Erde keimfrei. Das aus dem Erdinnern kommende Quell- und Brunnenwasser ist ebenfalls keimfrei und wird erst bei seiner Berührung mit der Außenluft von deren Keimen befallen. Oberflächenwasser dagegen zeigt einen größeren Keimgehalt, und zwar um so mehr, je stärker es mit organischen Stoffen durchsetzt ist, man kann somit aus der Zahl der Keime auf die Reinheit des Wassers einen Rückschluß ziehen.

Unsere Nahrungsmittel bieten den Bakterien reichlich gute Nährstoffe, darum finden sich in ihnen, selbst im unverdorbenen Zustande, stets sehr große Mengen von Bakterien.

Werden die Nahrungsmittel gekocht oder gebraten, so werden sie natürlich äußerst keimarm, im übrigen hängt der Keimgehalt wesentlich von Zubereitung, Reinlichkeit und Aufbewahrung ab.

Die Tatsache, daß sich die Bakterien „überall" vorfinden, hat naturgemäß die Menschheit in eine allgemeine „Bazillenfurcht" versetzt, die glücklicherweise in den meisten Fällen übertrieben groß ist. Wenngleich eine Reihe von Bakterien gesundheitsschädliche Wirkungen ausüben können, so sind dennoch ihre Hauptmengen harmlos und viele unter ihnen sogar den Menschen nützlich. Manche unter ihnen sind als derart wichtig erkannt worden, daß man sie sogar für bestimmte Zwecke künstlich züchtet. Der ganze Stoffwechsel in der organischen Natur beruht zum großen Teile auf der Tätigkeit der Bakterien und anderer ihnen verwandter Mikroorganismen.

Sie zerlegen z. B. die abgestorbenen Teile von Tieren und Pflanzen sowie deren Ausscheidungen wieder in derartige Bestandteile, die den grünen Pflanzen zum Aufbau notwendig sind.

Wenn wir die Ernährung von Mensch, Tier und Pflanze näher erforschen, dann kommen wir zu dem bestimmten Ergebnis, daß alle Lebewesen in der Natur schließlich auf die grünen Pflanzen zurückgreifen. Diese wiederum nehmen, unabhängig von allen anderen Organismen, ihre Nährstoffe aus dem Erdboden und der Luft, doch in kurzer Zeit würden die anorganischen Salze des Bodens und die Kohlensäure der Luft in dem Prozesse der Assimilation aufgezehrt sein, wenn die Bakterien nicht immer wieder die abgestorbenen Organismen in eine für die grünen Pflanzen aufnahmefähige Form bringen würden. Diese Umsetzungen erfolgen in der Hauptsache durch Gärungs- und Fäulnisprozesse, die häufig zu gleicher Zeit verlaufen, wobei die oft recht hochmolekular beschaffenen Stoffe wie z. B. das Eiweiß in die einfachsten

Bestandteile zerlegt werden. Von großer Bedeutung ist es, daß die Bakterien auch die Exkremente von Mensch und Tier völlig zerlegen, was bei den vom Körper nicht ausgenutzten Nährstoffen bereits im Darm geschieht; als Hauptprodukte entstehen hierbei Kohlensäure und Ammoniak. Von diesen Spaltungsprodukten kann die Kohlensäure ohne weiteres von den Pflanzen verwertet werden, wogegen Ammoniak und freier Stickstoff erst zu Nitraten oxydiert werden müssen, da die Pflanzen salpetersaure Salze wie z. B. Kalisalpeter zum Aufbau brauchen. Diesen wichtigen Vorgang besorgen wiederum gewisse Bakterien, die man Salpeter- oder nitrifizierende Bakterien nennt, und die sich überall im Ackerboden vorfinden, wenngleich z. Z. es noch nicht ganz klar ist, wie sich dieser Prozeß bei den verschiedenen Hemmungen im Ackerboden selbst genau abspielt. Betrachten wir den freien Stickstoff, wie er neben 21 % Sauerstoff zu 79 % den Hauptbestandteil der Luft ausmacht, so ist hierbei zu sagen, daß die grünen Pflanzen mit Ausnahme der Leguminosen nicht ohne weiteres den Luftstickstoff verwerten können. Die Leguminosen, wie z. B. die Erbse, vermögen Stickstoff zu sammeln, weswegen sie auch auf sehr stickstoffarmem Boden, z. B. Sandboden, gedeihen können, der nach der Ernte eine wesentliche Anreicherung mit Stickstoff zeigt.

Dieses Sammeln von Stickstoff macht die Leguminosen in hohem Maße zur Zwischenfrucht und besonders zur Gründüngung geeignet. Der Wert dieser Pflanzen ergibt sich aus der Berechnung, daß von ihnen für 60 Mk. Saat auf 1 ha eine Stickstoffzufuhr erzielt wird, die bei Salpeterdüngung mit 150 Mk. bezahlt werden müßte.

Eingehende Untersuchungen haben nun ergeben, daß nicht die Pflanzen selbst, sondern gewisse Bakterien, die zu ihnen in innigster Beziehung stehen, die eigentlichen Stickstoffsammler sind. Die Wurzeln der Leguminosen besitzen kleine „Knöllchen", in denen diese Bakterien wohnen, sie nähren sich von Kohlehydraten, die in den Pflanzen enthalten sind, während sie den Stickstoff selbst direkt aus der Luft assimilieren. Auf diese Weise wird von den zahlreichen Leguminosearten eine ungeheure Menge Stickstoff aus der Luft in organische Verbindung übergeführt. In neuerer Zeit werden Reinkulturen derartiger Stickstoffsammler, z. B. das bekannte „Nitragin", hergestellt, die dem Ackerboden mit größtem Erfolge eingeimpft werden, um eine starke Entwicklung derartiger „Knöllchen" zu bewirken. Da die Salpeterlager in starkem Abnehmen begriffen sind, so ist es überaus wichtig, den in der Luft zu 79 % vorkommenden Stickstoff zur künstlichen Düngung zu verwenden, wodurch unsere Landwirtschaft in den Stand gesetzt wird auch in Zukunft den Acker ertragsfähig zu machen. Ein Nebenbetrieb der Landwirtschaft ist es aber, der vollkommen von der Tätigkeit der Bakterien abhängig ist, nämlich der Molkereibetrieb. Die Milch ist, wenn Verunreinigungen bei der Gewinnung vermieden werden, nahezu keimfrei, sie wird wie das bereits erwähnte Quellwasser erst bei der Berührung mit der Luft von Bakterien befallen.

Namentlich ist es die Milchsäuregärung, der die Milch sehr leicht verfällt und deren Erreger vor allem das bacterium lactis acidi ist. Die Milch gerinnt dann sehr schnell und zwar um so eher, je wärmer die Umgebung ist, wogegen aufgekochte und verdeckt gehaltene Milch nicht gerinnt, besonders wenn sie möglichst kühl gehalten wird. Die Milchsäuregärung besteht in einer Zersetzung des Milchzuckers in Milchsäure und Kohlensäure, ein Vorgang, der sich in der Natur sehr häufig abspielt, da die meisten Gärungen in der Zersetzung des Zuckers bestehen. Die Milchsäurebakterien sind sehr verbreitet und finden sich nicht nur in der Luft, sondern auch an den verschiedensten Gefäßen und Geschirren des Molkereibetriebs und am Viehfutter vor. Die Milch

enthält neben Wasser, Fett, Milchzucker und Salzen auch Käsestoff, das sogenannte Kasein, das an Calcium gebunden ist und durch die entstandene Milchsäure als Quark oder Sauermilchkäse ausgefällt wird, die Milch „gerinnt". Soll der aus Milch durch Gerinnung oder Zusatz von Lab bereitete Käse eßbar und schmackhaft werden, dann muß er vor allem einen besonderen Reifungsprozeß durchmachen, der nur durch Wirksamkeit der Bakterien eingeleitet und vollzogen werden kann. Welche der verschiedenen Arten nun die Käsereifung in erster Linie bewirkt, steht mit Sicherheit noch nicht fest, doch ist es aller Wahrscheinlichkeit nach ebenfalls Milchsäuregärung. In einzelnen Fällen setzt man besonders gezüchtete Bakterien dem „Käsebruch" zwecks besserer Reifung hinzu, so bestehen z. B. die grünen Adern im Roquefort aus einer Anhäufung des eingeimpften Pinselschimmelpilzes penicillium glaucum.

Auch bei der Butterbereitung spielen die Bakterien eine große Rolle, da die Butter zumeist aus gesäuertem Rahm hergestellt wird. Diese Säuerung erfolgt teils freiwillig durch „Aufstellen" des Rahms oder mit Hilfe von künstlichem „Sauer", das zur Verhütung von unangenehmen Butterfehlern, in neuerer Zeit durch Verwendung geeigneter „Reinkulturen" erzeugt wird. Dieselben Keime leisten auch in der Brennerei große Dienste, wobei es darauf ankommt die Maische schwach anzusäuern und hierdurch die Verbreitung schädlicher Keime zu verhindern. Milchsäurebakterien treffen wir aber auch im Sauerkraut, in den sauren Gurken, wie überhaupt in allen Gemüse- und Futterarten, die durch Einsäuern haltbar und leichter verdaulich gemacht werden sollen als Erreger der Säuregärung an.

Eine andere sehr wichtige Gärung ist die Alkoholgärung, die neben gewissen Bakterien vor allem durch Hefepilze bewirkt wird. Bei dieser Gärung werden die Zuckerarten in Alkohol und Kohlensäure gespalten, Vorgänge, die sich besonders bei der Wein- und Bierbereitung deutlich zeigen.

Damit die alkoholische Gärung bei den geistigen zum Genuß bestimmten Getränken in bester Weise vor sich geht, wird in den Brennereien und Keltereien die hierzu nötige Hefe in Reinzucht benutzt.

Setzt man gegorene alkoholhaltige Getränke der Luft aus, dann werden sie bald von selbst sauer, da die in der Luft stets vorhandenen Keime des Essigpilzes in die Flüssigkeit gelangen und sich darin weiter entwickeln. Das bacterium aceticum oxydiert hierbei den Alkohol unter Hinzuziehung des Luftsauerstoffs zu Essigsäure und diese schließlich zu Kohlensäure. In den Essigfabriken wird zumeist die zu oxydierende Flüssigkeit mit sogenannter „Essigmutter" geimpft, die eine Anhäufung von möglichst reinen Essigsäurebakterien ist.

Neben der Erscheinung der Selbsterhitzung von Heu und anderen Futterkräutern ist noch die Fermentation der Tabakblätter und die Bildung der Flachsröste auf die Tätigkeit gewisser Bakterien zurückzuführen. Die Flachsröste, die in einer Verrottung der Leinstengel besteht, wird durch Bakterien bewirkt, die im Sumpfwasser leben und die Eigenschaft besitzen, das „Pektin" aufzulösen, durch welches die Pflanzenzellen zusammengehalten werden. Einen Nutzen gewähren den Menschen noch gewisse Bakterien, die als „Mäusetyphusbakterien" Verwendung finden und als Reinkulturen gezüchtet werden. Tränkt man Brot mit diesen Keimen und legt es so vorbereitet für die Mäuse aus, dann erkranken die Mäuse nach dem Genusse sehr heftig und verursachen eine Epidemie, welche den Menschen schnell von diesen Tieren befreit.

Neben den bisher erwähnten nützlichen Wirkungen verursachen die Bakterien in vielen Fällen dem Menschen aber auch große Nachteile, sodaß er gezwungen ist, auf ihre Vernichtung

zu sinnen. Namentlich sind es unsere Nahrungsmittel, welche mit Vorliebe von schädlichen Keimen befalleu und leicht unbrauchbar gemacht werden. Die bekanntesten Erscheinungen in dieser Hinsicht sind faulendes Fleisch, geronnene oder bittere Milch, ranzige Butter, schleimige Kartoffeln, schimmelndes Brot sowie das Sauerwerden aller gekochter Gemüsearten. Aber auch viele unserer Getränke, wie Wein und Bier, „schlagen um“ d. h. sie schmecken unangenehm oder werden sauer, wenn sie von Bakterien befallen werden.

Am gefährlichsten werden uns jedoch die „pathogenen“ Keime, jene Bakterien, durch welche schwere Krankheiten im menschlichen und tierischen Organismus hervorgerufen werden und in vielen Fällen zum Tode führen.

Schon seit langer Zeit hatte sich die Annahme herausgebildet, daß kleine Schmarotzer die verschiedenen Krankheiten im Organismus verursachen, aber erst 1876 war es dem verdienstvollen Forscher Robert Koch möglich gewesen beim Milzbrand Bakterien als Krankheitserreger festzustellen. Seitdem sind eine große Zahl von „pathogenen“ Keimen entdeckt und näher erforscht worden, sodaß wir die Erreger der meisten übertragbaren Krankheiten bereits kennen und geeignete Maßregeln zu ihrer Vernichtung zu treffen wissen.

Da die Bakterien überall vorkommen, so finden wir sie natürlich auch an unserem Körper, der an seiner Oberfläche je nach dem Grade der Reinlichkeit Keime der verschiedensten Arten aufweisen wird. Ihr eigentlicher Sitz sind jedoch die inneren Höhlungen, in denen Feuchtigkeit, Wärme und Nahrung in organischer Form die günstigsten Lebensbedingungen bieten. So ist es bekannt, daß gerade im Munde, trotz größter Reinlichkeit, sich eine große Zahl von Bakterien vorfindet, die als Gärungserreger von Speiseresten mittels der entstandenen Gärungssäuren den Zahnschmelz angreifen und schließlich den ganzen Zahn zerstören können. Eine sehr große Bakterienmenge finden wir im Darm, in dem besonders die nicht vom Körper ausgenutzte Nahrung eine Zersetzung erfährt, bei der sich eine Reihe unangenehmer Gase bildet. Da die eingeatmete Luft neben sonstigen Verunreinigungen auch viele Bakterien enthält, so finden wir die letzteren in großer Zahl in der Nase und der Luftröhre vor, doch werden sie hier durch die Absonderungen der Schleimhäute sehr bald abgetötet. Ueberhaupt haben Gewebe und Blut im lebenden Körper stark bakterientötende Eigenschaften, doch schon wenige Stunden nach dem Tode merkt man die immer deutlicher werdende Zerstörung des Körpers.

Wollen wir uns gegen die Bakterien wirksam schützen, so müssen wir zunächst die Wege kennen, auf denen ihre Uebertragung möglich ist. Zunächst ist es die Luft, die uns Bakterien zuführt, doch kommen hierbei nur derartige Arten in Frage, die ein Austrocknen vertragen und im trockenen Staube sich lebensfähig erhalten können, was z. B. für Influenza, Pest und Cholera garnicht zutrifft. Eine andere Uebertragungsweise geschieht mit Hilfe des Wassers, wie dies besonders bei Typhus und Cholera beobachtet werden kann. Gewöhnlich entsteht eine derartige Verseuchung in großem Umfange durch sogenannte Infiltration, d. h. Krankheitsstoffe sickern aus den höher gelegenen Senkgruben durch die trennende Bodenschicht in die Brunnen über, aus denen die Krankheitserreger dann mit dem Trink- oder Gebrauchswasser in den menschlichen Körper gelangen können. Aber auch der Erdboden kann als Ueberträger pathogener Keime angesehen werden, die in ihn gewöhnlich aus dem Dünger gelangen und mit den Früchten und Erzeugnissen des Bodens in den menschlichen Organismus ihren Weg nehmen. Unsere Nahrungsmittel können, besonders im unsauberem Zustande natürlich auch zu Ueberträgern von Krankheitskeimen werden, die sich vor allem im Darm sehr unliebsam tätig zeigen,

doch wirken die verdorbenen Nahrungsmittel zumeist durch im Fäulnisprozesse entstandene Gifte wie z. B. Wurst- und Fischgift auf unseren Körper gesundheitsschädlich ein. Krankheitskeime können endlich auch durch die verschiedenartigsten Gebrauchsgegenstände z. B. Eßgeräte und Kleider übertragen werden, namentlich sind es wiederum diejenigen Arten, die eine Austrockenung vertragen und sich in diesem Zustande bis zu 36 Tagen lebensfähig erhalten können. Gewisse Bakterien dagegen z. B. Syphilis und Gonorrhoe werden nur durch unmittelbare Berührung von Mensch zu Mensch übertragbar, doch können in vielen Fällen auch Haustiere und Insekten zu Ueberträgern von Krankheiten werden.

Zumeist gelangen die pathogenen Keime durch die Atmungsorgane, den Darm und offene Stellen der Haut in den Organismus, der jedoch eine besondere „Disposition" zeigen muß, wenn die Bakterien in ihm eine ansteckende Krankheit hervorrufen sollen. Im normalen Zustand hat der menschliche Organismus genügend Widerstandskraft gegenüber den Krankheitskeimen, doch wenn sich dieser Normalzustand ändert, so kann in ihm eine für die Entwickelung der Bakterien günstige „Disposition" geschaffen werden. Neben dem Organismus müssen aber auch die Keime „disponiert" oder „virulent" sein, d. h sie müssen einen gehörigen Grad von Infektionstüchtigkeit besitzen, die durch natürliche wie physikalisch-chemische Einwirkungen eine Verminderung erfahren kann. Sind nun pathogene Keime in den Organismus eingedrungen, so dauert es je nach der Bakterienart eine geraume Zeit bis zum Ausbruch der Krankheit, da die Keime sich erst genügend vermehren müssen, um ihr Gift wirksam ausscheiden zu können. Es ist auf verschiedene Weise versucht worden, die gefährliche Wirkung der Bakterien zu erklären; so sollen sie wichtige organische Bestandteile zerstören oder die Blutkapillaren verstopfen, doch nimmt man heute zumeist an, daß sie äußerst gefährliches Gift „Bakterientoxine" ausscheiden.

Doch nicht alle Infektionskrankheiten werden durch Bakterien verursacht, da bei gewissen Pflanzenkrankheiten vermehrungsfähige Ansteckungsstoffe festgestellt wurden, die nicht Lebewesen sind und auch unter den Protozoen, den Urtierchen, sind neuerdings Erreger von Krankheiten entdeckt worden, bei deren Uebertragung gewisse blutsaugende Insekten eine große Rolle spielen. (Malaria, Schlafkrankheit.)

Will man nun die Bakterien und ihre schädliche Wirkung erfolgreich bekämpfen, so muß man sich zunächst mit der genauen Kenntnis ihrer Lebensbedingungen vertraut machen, die uns den rechten Weg für die Zerstörung der Bakterien und ihrer Ausscheidungsstoffe weisen. Die Organismen haben nun, wie bereits erwähnt worden ist, natürliche Schutzmittel gegen die Angriffe der Bakterien, wie sich die Lebewesen überhaupt von leblosen Dingen dadurch unterscheiden, daß sie die Fähigkeiten besitzen, äußeren Einwirkungen infolge des Selbsterhaltungstriebes großen Widerstand zu leisten.

Derartige Schutzmittel bieten uns besonders die meisten Blutkörperchen, die in hohem Maße Fremdstoffe einzukreisen und zu verzehren vermögen. Diese weißen Blutkörperchen, Leukozyten, haben in vielen Fällen sogar die Fähigkeit gezeigt, Bakterienherde geradezu ausfindig zu machen und diese zum Zwecke der Verzehrung aufzusuchen. Ueberhaupt ist die Beobachtung gemacht worden, daß unser Blut wie alle unsere Gewebssäfte in normalem Zustande den Bakterien höchst nachteilig sind und es ist überaus merkwürdig, daß der Organismus gegen jede Art von Bakterien spezifische Gegenmittel bildet, die überhaupt stets entstehen, wenn Zellen fremder Organismen in seine Blutbahn gelangen.

Noch wichtiger ist jedoch die Fähigkeit des Organismus, sogenannte Antitoxine, gegen die in ihn gedrungenen Bakterien bilden zu können, was aber bisher nur bei einzelnen Krankheiten hat nachgewie en werden können. Diese „Antitoxine" unterscheiden sich von dem als Schutzmittel erwähnten „Baktriolysin" dadurch, daß sie besonders gegen die von den Bakterien ausgeschiedenen Gifte, Toxine, entsprechende Gifte ausscheiden, welche die giftige Wirkung der Bakterien aufheben.

Auf dieser Tatsache beruht in erster Reihe die Unempfänglichkeit oder Immunität, wobei man eine natürliche und eine erworbene Immunität unterscheidet.

Die natürliche Unempfänglichkeit zeigt sich darin, daß in gewissen Tieren bestimmte Bakterienarten nicht wachsen können, eine von verschiedenen Umständen abhängige und noch nicht völlig aufgeklärte Erscheinung. So ist z. B. die Maus gegen den Diphtheriebazillus, der Hund gegen Milzbrand und der Mensch gegen die Rinderpest völlig immun.

Ein Lebewesen kann die Immunität erwerben, wenn es im empfänglichen Zustande eine Krankheit überstanden hat, in diesem Falle ist es lange Zeit gegen diese Krankheit gesichert.

Schon im Mittelalter hatte man die erworbene Immunität kennen gelernt und die hierbei gemachten Erfahrungen praktisch ausgenutzt, so wurde z. B bei den großen Blatternepidemieen das Personal für den Krankendienst aus denjenigen ausgewählt, die schon die Blattern überstanden hatten. Eine künstliche Erwerbung von Immunität führte man im Orient schon vor langer Zeit dadurch herbei, daß man sich absichtlich mit dem Pockensafte leicht erkrankter Personen ansteckte, und seit 1798 haben wir das von dem Arzte Jenner stammende Impfverfahren, die älteste Schutzimpfung gegen einen — allerdings noch unentdeckten — Krankheitserreger. Erwirbt der Impfling die Schutzstoffe selber, so nennt man dies aktive Immunisierung, wie wir sie auch bei der Tollwutimpfung kennen, denn es werden lebende Krankheitserreger als Impfstoff verwendet. Wird ein Mensch von einem tollen Hunde gebissen, dann wird ihm in einem Schutzinstitut fein verteiltes Rückenmark eines an Tollwut eingegangenen Versuchstieres eingespritzt. Das im Rückenmark erhaltene Tollwutgift wird durch Trocknen zunächst abgeschwächt dem Körper zugeführt und langsam geht man zu Impfungen mit giftigerem Mark über. Auf diese Weise bildet sich allmählich im Körper und Gehirn des Geimpften genügend Gegengift, sodaß bei rechtzeitiger Behandlung ein Ausbruch der Tollwut verhindert wird. Läßt man einen Menschen nicht durch absichtliche Ansteckung mit schwächeren Krankheitsformen eigene Schutzstoffe bilden, sondern gibt man ihm diese Stoffe gleich fertig in das Blut, so handelt es sich um passive Immunisierung, wobei das Serum eines immunisierten Versuchstieres als Impfstoff dient. Ein derartiges Serum kann dem Körper vor der Krankheit als Schutzserum oder nach Auftreten der Krankheit als Heilserum zugeführt werden; am bekanntesten ist wohl die Anwendung des Diphtherieheilserums, das in vielen Fällen heilsame Wirkungen gezeigt hat.

Von größter Wichtigkeit ist es, bei der Wundbehandlung die auf dem Körper haftenden Keime von der Wunde fern zu halten, was durch gründlichste Desinfektion der Hände des Arztes wie aller hierbei zur Verwendung kommenden Gegenstände, wie Instrumente und Verbandsmaterial geschieht. Diese Art der Wundbehandlung nennt man „antiseptisch" zum Unterschiede von der besonders früher gebräuchlichen „aseptischen" Behandlung, wobei die Wunde selbst, namentlich mit Karbol, desinfiziert wurde, während man eine Desinfektion der zur Operation nötigen Gegenstände nicht vornahm.

Diejenigen Arbeitsweisen, die darauf abzielen die Bakterien von außen her zu vernichten oder doch wenigstens ihre weitere Ausbreitung zu verhindern, können physikalischer oder chemischer Art sein. Das gewöhnlichste und wichtigste Mittel ist die Anwendung hoher Temperaturgrade, eine Keimfreimachung, die mit dem Ausdruck „Sterilisation" bezeichnet wird. Handelt es sich darum solche Gegenstände, die eine Behandlung mit direkter Flamme vertragen, steril zu machen, so ist der Vorgang natürlich ein höchst einfacher. So werden z. B. Platindrähte, die der Arzt oder der Bakteriologe braucht, gewöhnlich in einer Spiritusflamme ausgeglüht und alle möglichen mit Krankheitskeimen behafteten Abfallstoffe werden durch Verbrennen unschädlich gemacht.

Schwieriger gestaltet sich die Keimfreimachung natürlich bei denjenigen Stoffen, die man nicht mit Feuer behandeln darf, da man hier sich auf die Anwendung niedrigerer Temperaturgrade beschränken muß.

Um Gegenstände dieser Art steril zu machen, kann man entweder trockene oder feuchte Wärme anwenden, d. h. man benutzt heiße Luft oder strömenden Wasserdampf. Handelt es sich um die Benutzung von trockener Wärme, so muß man höhere Temperaturgrade wählen, da Trockenheit den Dauerformen im allgemeinen von Vorteil ist, deshalb sterilisiert man auf trockenem Wege am besten bei 150° ungefähr eine Stunde lang.

Feste Gegenstände, wie z. B. Glas- und Metallinstrumente, werden daher in einem Trockenschranke sterilisiert, der aus einem doppelwandigen, verschließbaren Metallschränkchen besteht, das von außen durch freie Flamme erhitzt wird.

Am besten gelingt die Sterilisation bei Anwendung strömenden Wasserdampfs von 100°, ein Verfahren, das von den meisten Gegenständen bequem vertragen wird. Handelt es sich darum, die Keimfreiheit in kurzer Zeit zu erlangen, so tut man gut die zu sterilisierenden Stoffe in einem geschlossenen Raume mit gespanntem Dampf zu behandeln. Im Haushalt ist ein von jeher bekanntes und einfaches Mittel im Gebrauch, das beim Vernichten der Bakterien und ihrer Dauerformen dem Menschen von größtem Nutzen ist.

Wollen wir unsere Nahrungsmittel, z. B. Milch, vor Verderben schützen, so unterwerfen wir diese einem gründlichen Kochen, jedoch müssen wir derartig behandelte Nahrungsmtttel möglichst schnell abkühlen und sie vor allem durch Zudecken vor den Luftkeimen bewahren. Das Abkühlen muß auf eine Temperatur von unter 15° geschehen, da wie wir gesehen haben, die Temperaturen von 15—40° der Entwicklung der Bakterien am günstigsten sind; je kühler wir die gekochten Nahrungsmittel halten, um so sicherer werden wir sie vor Verderben bewahren können.

Der bekannte Soxhletapparat und verschiedene ihm nachgebildete Konservierungsvorrichtungen sind gewöhnliche Kochgefäße, die zwecks Erlangung sicherer Keimfreiheit mit selbsttätigen Verschlüssen ausgerüstet sind.

Auf diese Weise werden z. B. auch alle Arten von Konserven in Büchsen u. s. w. fabrikmäßig hergestellt, doch dürfen die einmal geöffneten Büchsen bekanntlich nicht lange ihren Inhalt beherbergen, da dieser leicht „umschlagen" könnte.

Wenden wir das Sterilisieren an, das also bei 100° zu erfolgen hat, so genügt in vielen Fällen das Einwirken dieser Temperatur für wenige Minuten, sollen die betreffenden Stoffe lange Zeit hindurch keimfrei gehalten werden, so beläßt man sie ungefähr 1 Stunde lang im strömenden Wasserdampf. Alle Stoffe jedoch, wie z. B. Bier und Milch, vertragen nicht eine derartig hohe Erhitzung ohne eine wesentliche Veränderung zu erfahren, deshalb müssen diese einem anderen Verfahren unterworfen werden, das mit „Pasteurisieren" bezeichnet wird. Dieses besteht in einem mehrstündigen Erhitzen auf ungefähr 70°, bei dem zunächst die

vegetativen Bakterien und hierauf die sich bildenden Dauerformen oder Sporen abgetötet werden. Zu empfehlen ist ein kürzeres Erhitzen von ca. 1 Stunde an mehreren aufeinander folgenden Tagen, da man so am sichersten auch die Sporen vernichten kann.

Die Hitze ist das beste Mittel zur Erlangung von Keimfreiheit, doch muß tunlichst auf die Erhitzung eine möglichst tiefe Abkühlung folgen.

Kälte allein, selbst in hohem Maße angewandt, vermag die Bakterien nicht zu vernichten, sondern nur ihre Entwickelung eine gewisse Zeit zu verhüten. So können unsere Nahrungsmittel für einige Zeit im Eisschrank genußfähig erhalten werden und Fleisch und Milch werden für die Dauer weiter Transporte durch Gefrieren vor dem Verderben geschützt.

Natürliche und sehr wirksame Bekämpfungsmittel sind Licht und Trockenheit und namentlich zeigt das direkte Sonnenlicht eine durchaus tötliche Wirkung, während das Austrocknen nur eine Hemmung in der Entwickelung bewirkt. Ein anderes physikalisches Mittel ist das Filtrieren, bei dem jedoch eine völlige Keimfreimachung nicht erreicht wird, sondern Flüssigkeiten, vor allem das Trinkwasser, werden durch das Filtrieren von der größten Menge der Keime befreit und von gröberen Verunreinigungen gereinigt. Derartige Filtrieranlagen bestehen gewöhnlich aus mehreren Schichten von verschieden grobem Sand und Kies, über welche das Trinkwasser zwecks Absonderung seiner fein verteilten Verunreinigungen geleitet wird. Gutes Trinkwasser soll nicht mehr als 100 Keime in 1 ccm enthalten, doch ist auch bequem die doppelte Keimzahl ohne Gefahr für den Menschen, wenn nur pathogene Keime ausgeschlossen sind. In Fällen von Epidemien wird empfohlen das Trinkwasser abzukochen, um eine Uebertragung von Krankheitsstoffen auf diese Weise möglichst zu verhüten Neben den erwähnten „physikalischen" Bekämpfungsmitteln gibt es noch eine Reihe von „chemischen" Desinfektionen, die durch derartige chemische Stoffe bewirkt werden, welche auf das Protoplasma der Bakterien eine giftige und daher tötliche Wirkung ausüben. Eine einfache chemische Desinfektion ist schon gründliches Waschen mit Seife, der am besten etwas Theerstoff zugefügt ist, ferner die namentlich von Aerzten angewandte Behandlung mit Alkohol, Sublimat, Karbol- und Lysollösung. Je nachdem nur eine Hemmung oder völlige Vernichtung der Bakterien erreicht werden soll, wird man natürlich derartige Mittel in verschiedener Lösungsstärke und verschieden lange auf die zu desinfizierenden Stoffe einwirken lassen. Für Wohnräume wählt man am besten Formaldehyd, das in gasförmigem Zustande auch in Fugen und Spalten dringen kann, doch gibt es noch viele andere dem Menschen nützliche Desinfektionsmittel, wie Chlorkalk, übermangansaures Kali und eine starke Kochsalzlösung, die auch beim Pökeln von Fleisch und Heringen Anwendung findet. Selbst das Räuchern von Fleisch und Fischen ist eigentlich nur eine Desinfektion, da gewisse desinfizierende Stoffe aus dem Holzrauche, beispielsweise das Kreosot, in die zu räuchernden Stoffe eindringen.

Eisenhaltiges und daher zum Genuß unbrauchbares Wasser wird seit einiger Zeit durch Ozon, sogenanntem aktiven Sauerstoff, vom Eisen befreit und trinkbar gemacht und hierbei hat es sich gezeigt, daß durch Ozon sogar stark verunreinigtes Wasser von dem größten Teile seiner Keime hat befreit werden können.

Sind wir auch stets und überall von Bakterien umgeben, so haben wir auf der anderen Seite eine große Zahl von Mitteln zur Verfügung, die teils vorbeugend teils abtötend wirken, sodaß wir nicht nötig haben in dauernder Bakterienfurcht zu leben, zumal jeder von uns die besten Bekämpfungsmittel bequem anwenden kann, nämlich gründliche Sauberkeit, Luft und Licht.